

旭川高専 ○渡辺美知子 古川正志
北大工 嘉数侑昇

要 旨

近年、物流システムは顧客ニーズの価値観の多様化に伴い多品種小量生産と多品種小量在庫と多頻度配送が急速に進行し物の流れが複雑化しているため、流通 C I M の確立が望まれている。本研究は、流通ソフトウェア開発の一部として、自動倉庫の引き当て問題に G A を適用する方法を述べる。

1. はじめに

物流システムの C I M 化は、商品を受注してから出荷までの全工程をコンピュータ制御による自動化と統合化を行い、ジャストインタイムシステムに対応し効率化を計ることである。従来の物流システムは、運用制御担当者のノウハウに頼っていることが多く、C I M 化を行う場合この担当者の知識を容易にソフトウェアに繁栄できる知識工学⁽²⁾が有効な手段とされていた。しかし、この方法は計算機の処理時間上に問題点があり、問題によっては試行錯誤的なバックトラックが生じ実用的な処理時間で解決できない可能性もある

本報告では、自動倉庫の最適な引き当て問題を解決するためにラックを中心とした定式化を行う。ついで、この定式化に基づき遺伝的アルゴリズム (G A) を採用し、準最適引き当て問題の数値計算を行いその有効性を確かめる。

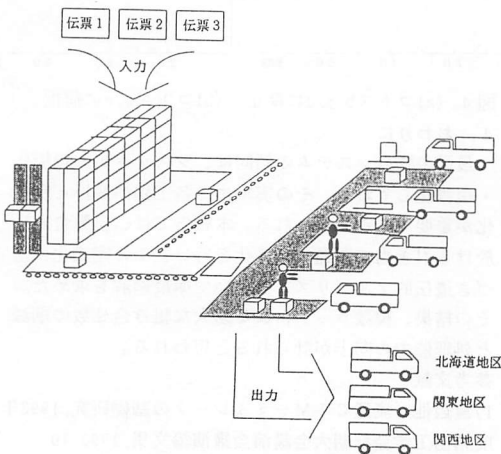


図1. 物流 C I M の簡単なモデル。

2. 自動倉庫の定式化⁽¹⁾

自動倉庫は、図2に示すように $m \times n$ の複数個のラ

ックで構成され、倉庫内は既に商品を在庫しているラックと次の商品入庫のための空ラックが存在する。自動倉庫の入出庫条件は、以下の通りである。

[入出庫条件]

- (1) ラック内の商品は、原点のピッキング場へ出庫する
- (2) 商品の出庫要求は、個数のみである
- (3) クレーンの初期状態は常に原点とし、入庫後も必ず原点へ戻る

2.1 出庫パレット

自動倉庫のパレットを $X_{i,j}$ ($i=1, 2, 3, \dots, m, j=1, 2, 3, \dots, n$) とすると、 $X_{i,j}$ パレットの k 品目在庫量 $S^k_{i,j}$ と k 品目の必要量の関係は、

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S^k_{i,j} X_{i,j} \geq S^k \quad (X_{i,j}=1: \text{出庫する}, X_{i,j}=0: \text{出庫しない}) \quad (1)$$

と定義できる。但し、 $X_{i,j}$ から $Y^k_{i,j}$ を出荷すると、

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y^k_{i,j} X_{i,j} \geq S^k \quad (S^k : S^k_{i,j} - Y^k_{i,j} \geq 0) \quad (2)$$

となる。このとき、倉庫のラック状況 $N_{i,j}$ は、

$$S_{i,j} - Y^k_{i,j} = 0 : N_{i,j} = 1 \quad (3)$$

$$S_{i,j} - Y^k_{i,j} > 0 : N_{i,j} = 0 \quad (4)$$

で表される。ここで、 $N_{i,j} = 1$ は空ラックになる事を示し、 $N_{i,j} = 0$ は再入庫ラックになることを意味する。式(3),(4)から倉庫の空ラック状況は、

$$\max \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n N_{i,j} \quad (5)$$

となる。

倉庫には一定以上の (N_0) の空ラックが必要であるからこの条件は、現在の空ラック数 N_0 と式(5)から以下ようになる。

$$N_0 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n N_{i,j} \geq N_1 \quad (6)$$

2.2 パレット搬送時間

パレット $X_{i,j}$ から原点のピッキング場までの距離による搬送時間 $C_{i,j}$ は、 $N_{i,j} = 1$ の場合 $C_{i,j}, N_i$

$i, j \neq 1$ の場合 $2 C_{i,j}$ となり、これを最小化するためには、

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{i,j} X_{i,j} \quad (7)$$

を求める必要がある。

2.3 ピッキング作業時間

原点でピッキング作業に要する時間は、コスト T と 1 個当りのピッキング時間 T_u を用いて、

$$N_{i,j} = 1; T_{i,j} = T$$

$$N_{i,j} = 0; T_{i,j} = T_u S^{k_{i,j}}$$

となり、これを最小化するためには、

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T_{i,j} X_{i,j} \quad (8)$$

を求める必要がある。

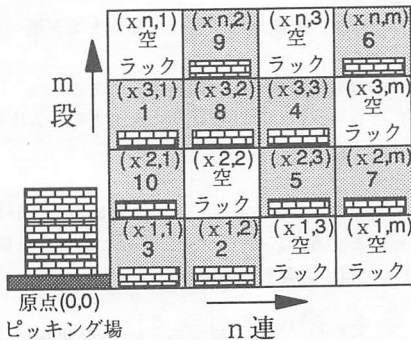


図2. 自動倉庫のラック状況

3. 自動倉庫の準最適引き当て問題

自動倉庫の入出庫は、製品の引き当て問題として、前述の定式化の最適化が行われる。この問題は、解して $m \times n$ の複数ラックの組み合わせ問題となり、従って $2^{(n \times m)}$ の組み合わせが存在する。数万個に及ぶラック数になると最適解の検証は不可能である。本報告では、最適解に近い準最適解を求める方法として遺伝的アルゴリズム (GA) を採用した。 $m \times n$ 個のラックに GA を採用したアルゴリズムを次に示す。

[アルゴリズム]

- 100個の個体数を発生する
- 各個体のコストの計算を行う
- 各コストにより優秀な個体数を残す
- 個体間でMutationを行い、コスト計算をする
- 個体間でCrossOverを行い、コスト計算をする
2. に戻り、同じ手順を繰り返し準最適解を求める

このアルゴリズムのコスト計算としては、次の4種類の評価基準とそれらのウェイトを定めた。この4種

類のウェイトを変化させる事により、それぞれ特徴を持つ解が得られることになる。

- 原点からラックまでの距離のウェイト
- ラック内の商品出庫後、再入庫有無のウェイト
- 出庫ラック数のウェイト
- 出庫ラック内の在庫商品数のウェイト

以上のアルゴリズムと評価基準に基づいて、図2の例題に対してGAを適用した結果を図3に示す。その時、ウェイト b, c, d とウェイト a, c に荷重をかけたときのコスト状況の実験例を図4の(a), (b)に示す。

○ : ウェイト小 ◎ : ウェイト大

ウェイト a	ウェイト b	ウェイト c	ウェイト d	在庫総数	割り当てラック
○	◎	◎	◎	6	(1,1) (1,2) (3,1)
◎	○	◎	◎	10	(2,1)
◎	◎	○	◎	6	(1,1) (1,2) (3,1)
◎	◎	◎	○	10	(2,1)
○	○	◎	◎	7	(2,4)
◎	○	◎	○	10	(2,1)
○	◎	◎	○	12	(2,3) (2,4)

図3. GAによる6個の引き当て解

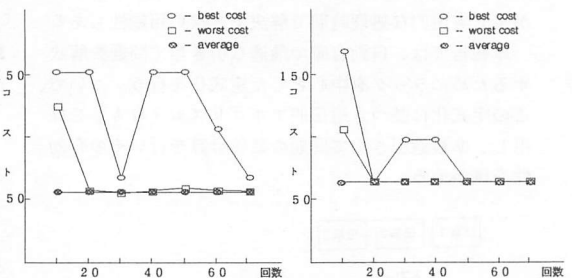


図4. (a)コスト b, c, d に荷重 (b)コスト a, c に荷重

4. おわりに

最近の物流システムの傾向は、システムが大規模化・複雑化しており、その実現には各工程の解析と定式化が重要であると思われる。本報告では、自動倉庫に於ける引き当て問題の定式化を行い、その定式化に基づき遺伝的アルゴリズムを用いて準最適解を求めた。その結果、複数ラックによる膨大な組み合わせ数の削減と処理能力の向上が計られると思われる。

参考文献

- 1) 渡辺他; 流通CIMシミュレータの基礎研究, 1993年度精密工学会秋期大会講演会講演論文集, 1993.10
- 2) 都島, 天満, 中田; 知識工学を導入した物流システム運用制御方式, 電気学会全国大会, 1992
- 3) 廣重; 物流システム計画手法に関する考察, 小山工業高等専門学校研究紀要, 1992